

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-144286

(43)Date of publication of application : 26.05.2000

(51)Int.Cl.

C22C 14/00

(21)Application number : 10-320982

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 11.11.1998

(72)Inventor : SUZUKI AKIHIRO  
OKABE MICHIO

## (54) TOUGH TITANIUM ALLOY

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a more tough titanium alloy capable of dealing with the need of further thinning.

SOLUTION: This alloy has a compsn. contg., by weight, 4 to 10% Cr, 10 to 24% V, 2 to 6% Al, >0 to 0.2% and >0 to 0.05% C+N, contg. >0 to 4% Sn+Zr according to circumstances, contg. > 0 to 2% Fe according to circumstances, contg. >0 to 2% Si according to circumstances, and the balance Ti with impurities.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the tough titanium alloy suitably used as a material of various components as which it is lightweight and high intensity and high toughness are required, such as various sports, such as for example, a golf club head, or leisure goods, other shafts for seawater-proof, various bolts, and bulb retainers.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although it is in epidemic as a material of current and a golf club head to use a titanium alloy, as a titanium alloy in this case, there are casting Ti-6aluminum-4V, forging Ti-22V-4aluminum, Ti-15V-3aluminum-3Sn-3Zr, etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it had the big advantage of being lightweight, with the golf club head made from such a titanium alloy, since there are needs to enlarge the volume of a head part further on the other hand, therefore weight could not be increased, the technical problem that much more toughening was desired from it being necessary to carry out thinning more occurred.

[0004]

[Objects of the Invention] This invention is made in view of such a conventional technical problem, and it aims at enabling it to correspond also to the needs of the thinning for volume increase of a golf club head by developing a tougher titanium alloy, without causing increase of weight.

[0005]

[Means for Solving the Problem] As indicated to claim 1, the tough titanium alloy concerning this invention is weighed %, and is characterized by considering as the thing of the component presentation which consists of the remainder T and an impurity including Cr:4-10%, V:10 - 24%, aluminum:2-6%, O:0 excess -0.2%, and C+N:0 excess -0.05%.

[0006] And in the embodiment of the tough titanium alloy concerning this invention, as indicated to claim 2, it is characterized by including Sn+Zr:0 excess -4%.

[0007] Similarly, as the embodiment of the tough titanium alloy concerning this invention is indicated to claim 3, it is characterized by including Fe:0 excess -2%.

[0008] Similarly, as the embodiment of the tough titanium alloy concerning this invention is indicated to claim 4, it is characterized by including Si:0 excess -2%.

[0009]

[Function of the Invention] The reason for limitation of a component presentation (% of the weight) of the tough titanium alloy concerning this invention is as follows.

[0010] Cr: 4-10%Cr is a component effective in carrying out solid solution strengthening of the beta matrix of a titanium alloy, in order to acquire such effectiveness, it is preferably good 5% or more or to carry out excess content 5% 4% or more, but since it will come to deposit an intermetallic compound TiCr<sub>2</sub> in the aging treatment for attaining high intensity-ization and will become the factor of a ductility fall if there are many Cr contents, it is good to consider as 8% or less preferably 10% or less.

[0011] Since V:10 - 24%V is the beta stabilizers of a titanium alloy and it is a component effective in making a matrix phase-ize and making ductility good If there are many V contents, while it is good to consider as 13% or more desirably 10% or more in order to acquire such effectiveness, but material cost will go up by abundant addition of

expensive V In order to make an aging reaction (alpha deposit) late, since [ -- heat treatment of long duration is need -- ] it is not economical, it is good to consider as 20% or less preferably 24% or less.

[0012] aluminum: Since it is a component effective in strengthening alpha phase in which aluminum carries out an aging deposit 2 to 6% and is an element useful for high-intensity-izing, it is good to make it contain 3% or more preferably 2% or more, but since intermetallic compounds, such as Ti<sub>3</sub>aluminum, will be deposited and it will come fall toughness if there are many aluminum contents, it is good to consider as 5.5% or less desirably 6% or less.

[0013] Since O:O excess - 0.2%O are components effective in strengthening alpha phase of a titanium alloy, it is desirable to consider as optimum dose and the thing made to contain 0.03% or more desirably, but when many [ too is good to consider as 0.15% or less preferably 0.2% or less from coming to produce the fall of toughness.

[0014] C+N:O excess - 0.05%, since C and N are components effective in strengthening alpha phase of a titanium alloy like O, it is also desirable to make both C, and both [ either or ] into optimum dose and the thing made to contain 0.01% or more desirably, but when many [ too ], it is good to consider as 0.04% or less preferably 0.05% or less from coming to produce the fall of toughness.

[0015] Sn+Zr:O excess - 4%, since each of Sn and Zr is components effective in carrying out solid solution strengthening of both alpha phase of a titanium alloy, and the parent phase Although it is possible to make it also contain both Sn, and both [ either or ] contain 0.5% or more desirably in the sum total of optimum dose, for example, both Since the contribution to solid solution strengthening will be saturated if there are too many Sn+Zr contents, it is good to consider as 3.5% or less desirably 4% or less at both Sn, and both [ either or ].

[0016] Fe: Since O excess -2%Fe is a component effective in strengthening the parent phase of a titanium alloy like C it is also good to consider as optimum dose and the thing made to contain 0.3% or more desirably, but if many [ too in order to become easy to form an intermetallic compound and to produce the fall of toughness, it is good to consider as 1.5% or less preferably 2% or less.

[0017] Si: Since it is a component effective in Si making crystal grain detailed O excess - 2%, and improving reinforcement, it is also good to consider as optimum dose and the thing made to contain 0.05% or more desirably, but since the ductility fall by the deposit of silicide will be produced if many [ too ], it is good to consider as 1% or less preferably 2% or less.

[0018]

[Example] It cannot be overemphasized that this invention is not hereafter limited only to such an example although example of this invention is further explained to a detail.

[0019] After ingoting the titanium alloy of each component presentation shown in Table 1 using a plasma scull (PSC furnace, ingot making was carried out respectively and the ingot with a diameter of about 100mm was obtained.

[0020] Subsequently, after obtaining the round bar with a diameter of 16mm by forging each ingot, solution treatment was carried out at the temperature near beta TORANZASU, and tractive characteristics (tensile strength and diaphragm) and the impact property by JIS No. (2mmU notch) 3 were continuously performed aging treatment and investigated about each test specimen at the various temperature of 400-600 degrees C, respectively. These results are shown in Table 2 and drawing 1, and drawing 2.

[0021]

[Table 1]

区分	Cr	V	Al	O	C+N	その他
実施例	16.0	14.8	4.0	0.09	C:0.01, N:0.01	—
	24.3	22.1	5.5	0.13	C:0.01	—
	39.8	10.5	2.6	0.10	N:0.01	—
	46.1	15.2	3.9	0.14	C:0.02	—
	56.2	13.9	3.8	0.12	N:0.03	—
	67.1	12.9	5.1	0.06	C:0.01, N:0.02	—
	78.8	10.9	3.1	0.18	C:0.02, N:0.02	Sn:3.3
	85.3	22.1	5.8	0.09	C:0.008, N:0.007	Zr:2.5
	97.8	13.2	4.2	0.05	C:0.01, N:0.03	Sn:1.0, Zr:1.8
	105.1	18.5	4.3	0.08	N:0.03	Fe:1.2
	116.2	14.4	2.9	0.13	C:0.01, N:0.02	Si:0.5
	128.5	12.3	5.2	0.12	C:0.01	Sn:2.1, Fe:0.5
	136.2	13.6	4.1	0.14	C:0.008, N:0.009	Sn:1.2, Zr:1.5, Fe:0.7, Si:0.1
比較例	12.9	15.1	2.8	0.12	C:0.01	Sn:2.9
	26.1	7.8	4.0	0.13	C:0.007, N:0.005	—
	33.0	15.0	3.0	0.13	N:0.005 N:0.005	Sn:3.0

[0022] Having been what was excellent in the toughness which extracts in the titanium alloy of this invention examples 1-13 while tensile strength shows the bigger value compared with the titanium alloy of the examples 1-3 of a comparison, shows [ while a value is size, an impact resistance value is also size, and ] tensile strength, the diaphragm and the value that was excellent also in any of an impact resistance value, and can respond also to much more thinning so that more clearly than the result shown in Table 1 and drawing 1, and drawing 2 was admitted.

[0023]

[Effect of the Invention] As indicated to claim 1, in the tough titanium alloy by this invention by weight % Cr: 4-10% V:10 - 24%, aluminum:2-6%, O:0 excess -0.2%, Since it shall consist of the remainder Ti and an impurity including C+N:0 excess -0.05% The remarkably excellent effectiveness that it is possible to aim at increase of the volume by thinning of a golf club head is brought about without being tensile strength, a diaphragm, and the tough titanium alloy excellent in all of an impact resistance value, for example, causing increase of weight.

[0024] And as indicated to claim 2, the remarkably excellent effectiveness that it is possible to achieve the further strengthening of a titanium alloy is brought about by including Sn+Zr:0 excess -4%.

[0025] As indicated to claim 3, the remarkably excellent effectiveness that it is possible to achieve the further strengthening of a titanium alloy is brought about also by including Fe:0 excess -2% further again.

[0026] As indicated to claim 4, the remarkably excellent effectiveness that it is possible to aim at much more improvement in on the strength of a titanium alloy is brought about also by including Si:0 excess -2% further again.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-144286

(P2000-144286A)

(43) 公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) IntCl<sup>7</sup>

識別記号

F I

キーワード (参考)

C 2 2 C 14/00

C 2 2 C 14/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全4頁)

(21) 出願番号 特願平10-320982

(22) 出願日 平成10年11月11日 (1998.11.11)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 鈴木 昭 弘

愛知県名古屋市長区滝の水4-316

(72) 発明者 岡 部 道 生

愛知県知多市旭桃台137

(74) 代理人 100077610

弁理士 小堀 豊

(54) 【発明の名称】 強靱チタン合金

(57) 【要約】

【課題】 さらなる薄肉化のニーズにも対応しうるより強靱なチタン合金を提供する。

【解決手段】 重量%で、Cr: 4~10%、V: 10~24%、Al: 2~6%、O: 0超過~0.2%、C+N: 0超過~0.05%を含み、場合によってはSn+Zr: 0超過~4%を含み、同じく場合によってはFe: 0超過~2%を含み、同じく場合によってはSi: 0超過~2%を含み、残部Tiおよび不純物からなる強靱チタン合金。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、Cr：4～10%、V：10～24%、Al：2～6%、O：0超過～0.2%、C+N：0超過～0.05%を含み、残部Tiおよび不純物からなることを特徴とする強靱チタン合金。

【請求項2】 Sn+Zr：0超過～4%を含むことを特徴とする請求項1に記載の強靱チタン合金。

【請求項3】 Fe：0超過～2%を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の強靱チタン合金。

【請求項4】 Si：0超過～2%を含むことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の強靱チタン合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、ゴルフクラブヘッド等の各種スポーツないしはレジャー用品、その他耐海水用シャフト類、各種ボルト類、バルブリテーナ類等、軽量でかつ高強度および高靱性が要求される各種部品の素材として好適に利用される強靱チタン合金に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】現在、ゴルフクラブヘッドの素材として、チタン合金を用いることが流行的になっているが、この場合のチタン合金としては、鍛造Ti-6Al-4Vや、鍛造Ti-22V-4Al、Ti-15V-3Al-3Sn-3Zr等がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようなチタン合金を素材としたゴルフクラブヘッドでは、軽量であるという大きな利点を有しているが、その一方ではヘッド部分の容積をさらに大きくしたいというニーズがあり、そのために重量を増大させるわけにはいかないので、より薄肉化することが必要となることから、より一層の強靱化が望まれているという課題があった。

## 【0004】

【発明の目的】本発明は、このような従来の課題に堪がみてなされたものであって、より強靱なチタン合金を開発することによって、重量の増大をきたすことなくゴルフクラブヘッドの容積増大のための薄肉化のニーズにも対応しようようにすることを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる強靱チタン合金は、請求項1に記載しているように、重量%で、Cr：4～10%、V：10～24%、Al：2～6%、O：0超過～0.2%、C+N：0超過～0.05%を含み、残部Tiおよび不純物からなる成分組成のものとしたことを特徴としている。

【0006】そして、本発明に係わる強靱チタン合金の実施態様においては、請求項2に記載しているように、Sn+Zr：0超過～4%を含むものとしたことを特徴

としている。

【0007】同じく、本発明に係わる強靱チタン合金の実施態様においては、請求項3に記載しているように、Fe：0超過～2%を含むものとしたことを特徴としている。

【0008】同じく、本発明に係わる強靱チタン合金の実施態様においては、請求項4に記載しているように、Si：0超過～2%を含むものとしたことを特徴としている。

## 【0009】

【発明の作用】本発明に係わる強靱チタン合金の成分組成（重量%）の限定理由は次のとおりである。

## 【0010】Cr：4～10%

Crはチタン合金のβマトリックスを固溶強化するのに有効な成分であり、このような効果を得るために4%以上、好ましくは5%以上ないしは5%超過含有させるのが良いが、Cr含有量が多いと高強度化を図るための時効処理において金属間化合物TiCr<sub>2</sub>を析出するようになって延性低下の要因となるため10%以下、好ましくは8%以下とするのが良い。

## 【0011】V：10～24%

Vはチタン合金のβ相安定化元素であり、マトリックスをβ相化させて延性を良好なものとするのに有効な成分であるので、このような効果を得るために10%以上、望ましくは13%以上とするのが良いが、V含有量が多いと高価なVの多量添加により素材コストが上昇すると共に、時効反応（α析出）を遅くするため長時間の熱処理が必要となるなど経済的でないため24%以下、好ましくは20%以下とするのが良い。

## 【0012】Al：2～6%

Alは時効析出するα相を強化するのに有効な成分であり、高強度化のために有用な元素であるので、2%以上、好ましくは3%以上含有させるのが良いが、Al含有量が多いとTi<sub>3</sub>Al等の金属間化合物を析出して靱性を低下するようになるので6%以下、望ましくは5.5%以下とするのが良い。

## 【0013】O：0超過～0.2%

Oはチタン合金のα相を強化するのに有効な成分であるので適量、望ましくは0.03%以上含有させたものとするのが望ましいが、多すぎると靱性の低下を生じるようになることから0.2%以下、好ましくは0.15%以下とするのが良い。

## 【0014】C+N：0超過～0.05%

CおよびNはOと同様にチタン合金のα相を強化するのに有効な成分であるので、CおよびNのいずれか一方または両方を適量、望ましくは0.01%以上含有させたものとするのも望ましいが、多すぎると靱性の低下を生じるようになることから0.05%以下、好ましくは0.04%以下とするのが良い。

## 【0015】Sn+Zr：0超過～4%

Sn、Zrはいずれもチタン合金の $\alpha$ 相および $\beta$ 相の両方を固溶強化するのに有効な成分であるので、SnおよびZrのいずれか一方もしくは両方を適量、例えば両者の合計で望ましくは0.5%以上含有させるようにすることも可能であるが、Sn+Zr含有量が多すぎると固溶強化への寄与が飽和してくるので、SnおよびZrのいずれか一方もしくは両方で4%以下、望ましくは3.5%以下とするのが良い。

【0016】Fe：0超過～2%

FeはCrと同様にチタン合金の $\beta$ 相を強化するのに有効な成分であるので適量、望ましくは0.3%以上含有させたものとするのも良いが、多すぎると金属間化合物を形成しやすくなって靱性の低下を生じるようになるため2%以下、好ましくは1.5%以下とするのが良い。

【0017】Si：0超過～2%

Siは結晶粒を微細化し、強度を向上するのに有効な成分であるので適量、望ましくは0.05%以上含有させたものとするのも良いが、多すぎるとシリサイドの析\*

\*出による延性低下を生じるため2%以下、好ましくは1%以下とするのが良い。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例についてさらに詳細に説明するが、本発明はこのような実施例のみに限定されないことはいうまでもない。

【0019】プラズマスカル(PSC)炉を用いて、表1に示す各成分組成のチタン合金を溶製したのち各々造塊して直径約100mmのインゴットを得た。

【0020】次いで、各インゴットを鍛造することによって直径16mmの丸棒を得たのち、 $\beta$ トランザス近傍の温度で固溶処理し、400～600℃の各種温度で時効処理を施し、続いて各供試材についてそれぞれ引張特性(引張強さおよび絞り)とJIS3号(2mmUノッチ)による衝撃特性を調べた。これらの結果を表2および図1、図2に示す。

【0021】

【表1】

区	分	Cr	V	Al	O	C+N	その他
実 施 例	1	16.0	14.8	4.0	0.09	C:0.01, N:0.01	—
	2	24.3	22.1	5.5	0.13	C:0.01	—
	3	39.8	10.5	2.6	0.10	N:0.01	—
	4	46.1	15.2	3.9	0.14	C:0.02	—
	5	56.2	13.9	3.8	0.12	N:0.03	—
	6	7.1	12.9	5.1	0.06	C:0.01, N:0.02	—
	7	8.1	10.9	3.1	0.18	C:0.02, N:0.02	Sn:3.3
	8	5.3	22.1	5.8	0.09	C:0.008, N:0.007	Zr:2.5
	9	7.8	13.2	4.2	0.05	C:0.01, N:0.03	Sn:1.0, Zr:1.8
	10	5.1	18.5	4.3	0.08	N:0.03	Fe:1.2
	11	6.2	14.4	2.9	0.13	C:0.01, N:0.02	Si:0.5
	12	8.5	12.3	5.2	0.12	C:0.01	Sn:2.1, Fe:0.5
	13	6.2	13.6	4.1	0.14	C:0.008, N:0.009	Sn:1.2, Zr:1.5, Fe:0.7, Si:0.1
比	1	2.9	15.1	2.8	0.12	C:0.01	Sn:2.9
較	2	6.1	7.8	4.0	0.13	C:0.007, N:0.005	—
例	3	3.0	15.0	3.0	0.13	N:0.005, N:0.005	Sn:3.0

【0022】表1および図1、図2に示す結果より明かであるように、本発明実施例1～13のチタン合金では、比較例1～3のチタン合金に比べて引張強さがより大きな値を示しているが、絞り値が大であると共に衝撃値も大であり、引張強さ、絞り、衝撃値のいずれにおいても優れた値を示している、より一層の薄肉化にも対応しうる強靱性に優れたものとなっていることが認められた。

【0023】

【発明の効果】本発明による強靱チタン合金では、請求項1に記載しているように、重量%で、Cr：4～10%、V：10～24%、Al：2～6%、O：0超過～0.2%、C+N：0超過～0.05%を含み、残部Tiおよび不純物からなるものとしたから、引張強さ、絞

※り、衝撃値のいずれにも優れた強靱なチタン合金となっており、例えば、重量の増大をきたすことなくゴルフクラブヘッドの薄肉化による容積の増大をはかることが可能であるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0024】そして、請求項2に記載しているように、Sn+Zr：0超過～4%を含むものとすることによってチタン合金のさらなる強化をはかることが可能であるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0025】さらにまた、請求項3に記載しているように、Fe：0超過～2%を含むものとすることによってチタン合金のさらなる強化をはかることが可能であるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0026】さらにまた、請求項4に記載しているように、Si：0超過～2%を含むものとするによって

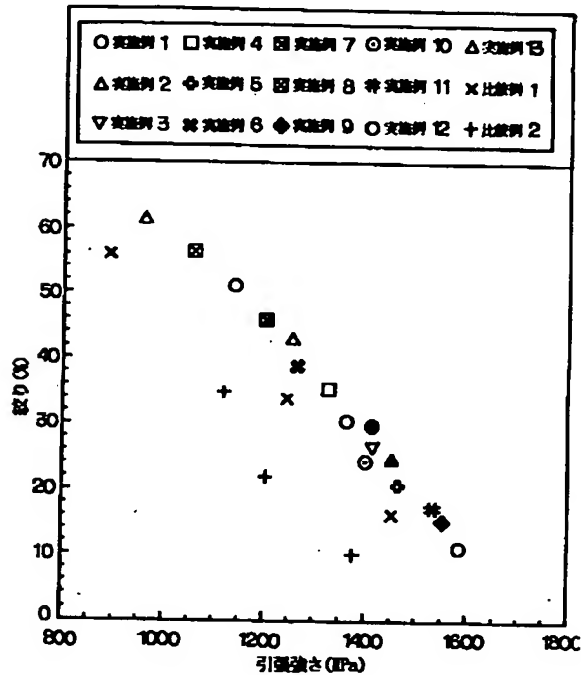


もチタン合金のより一層の強度向上をはかることが可能であるという著しく優れた効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例および比較例におけるチタン合

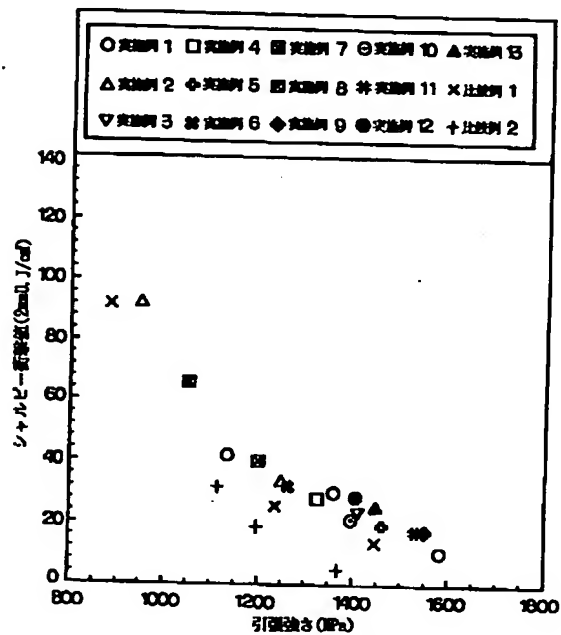
【図1】



金の引張強さと絞りとの関係を示すグラフである。

【図2】本発明の実施例および比較例におけるチタン合金の引張強さとシャルピー衝撃値との関係を示すグラフである。

【図2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**